

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭64-57154

⑪ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和64年(1989)3月3日

G 01 N 21/88
G 01 M 11/00
G 11 B 5/84
H 01 L 21/66

G-7517-2G
T-2122-2G
C-7350-5D
J-6851-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑭ 発明の名称 欠陥検査装置

⑮ 特 願 昭62-213137

⑯ 出 願 昭62(1987)8月28日

⑰ 発 明 者 早 野 史 倫 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式会社大井製作所内

⑱ 発 明 者 今 村 和 則 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式会社大井製作所内

⑲ 出 願 人 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 佐藤 正年

明 細 書

1. 発明の名称

欠陥検査装置

2. 特許請求の範囲

光透過性を有する検査物の被検査面に存在する欠陥を光学的に検出する欠陥検査装置において、

前記被検査面に光ビームを照射する照明手段と、

この光ビームを、被検査面上において走査する走査手段と、

前記欠陥によって生じた光ビームの散乱光のうち、被検査面から直接到来するものを受光する第1の光電変換手段と、

前記欠陥によって生じた光ビームの散乱光のうち、検査物内部に散乱したものを受光する第2の光電変換手段と、

前記第1の光電変換手段によって得られた光電信号出力と、前記第2の光電変換手段によって得られた光電信号出力とを比較して、前記欠陥の種

類を判定する判定手段とを備えたことを特徴とする欠陥検査装置。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

この発明は、被検査平面基板上の微小な傷、ゴミ等を検出する欠陥検査装置にかかるものであり、例えば、光ディスク、光磁気ディスク、ハードディスク等の透明体における表面欠陥の検査に好適な欠陥検査装置に関するものである。

[従来の技術]

透明体、例えば光ディスクの製造工程では、所定の外径を有するガラス基板を研磨したのち、記録パターン等の形成が行われる。

この研磨工程においては、研磨剤による研磨によって、粒状の荒れた傷がガラス基板上に生ずることがある。このような傷の大きさは、例えば数 μm から1 μm 以下であるが、場合によってはそれ以上の大きさのものもある。

更に、その形状態様としては、孤立した傷もあれば多数の傷が連なったものもある。

他方、研磨後のディスク基板には、以上のような研磨傷のほかに、異物が付着している場合もある。

しかし、これらのうち、異物は研磨後の洗浄工程によって取り除くことができるが、研磨傷は除去不可能である。研磨傷が発見されたガラス基板は、傷の程度によって、再研磨かもしくは廃棄という処置がとられる。

以上のような研磨後のガラス基板の良否判定、すなわち研磨傷、異物の有無の発見は、目視検査に依存しているのが現状である。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかしながら、かかる目視検査では多大の時間や労力を要するとともに、微小な欠陥の発見が難しいという不都合がある。

また、発見された欠陥が研磨傷か異物かの判定を確実に行うことができないという不都合もある。特に、孤立した研磨傷の場合は、ガラス基板上に付着した異物と目視検査ではほとんど区別がつかない。このため、ガラス基板の製造効率が著

って得られた光電信出力と、前記第2の光電変換手段によって得られた光電信出力とを比較して、前記欠陥の種類を判定する判定手段とを備えたことを特徴とするものである。

〔作用〕

この発明によれば、検査物の被検査面に存在する欠陥によって生じた光ビームの散乱光のうち、被検査面から直接到来するもの、例えば前方散乱光が、第1の光電変換手段によって受光される。

また、第2の光電変換手段によって、検査物内部に散乱した散乱光、例えば端面光が受光される。

これら第1及び第2の光電変換手段によって得られた光電信出力は、判定手段に入力される。

この判定手段では、例えば、両入力比が求められる。そして、この比から、検査物の被検査面に存在する欠陥の種類の判別が行われる。

〔実施例〕

しく低下することとなる。

以上のように、ガラス基板上の欠陥が研磨傷か異物かの判定は重要であるにもかかわらず、従来の目視検査による判定では曖昧な結果しか得られない。

この発明は、このような問題点に鑑みてなされたもので、上記従来技術の欠点を改善し、ガラス基板などの透明体上の欠陥検査と、その欠陥が傷であるか異物であるかの判定とを、高精度で自動的に行うことができる欠陥検査装置を提供することをその目的とするものである。

〔問題点を解決するための手段〕

この発明は、検査物の被検査面に光ビームを照射する照明手段と；この光ビームを、被検査面上において走査する走査手段と；前記欠陥によって生じた光ビームの散乱光のうち、被検査面から直接到来するものを受光する第1の光電変換手段と；前記欠陥によって生じた光ビームの散乱光のうち、検査物内部に散乱したものを受光する第2の光電変換手段と；前記第1の光電変換手段によ

以下、この発明の実施例を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。

基本的原理

まず、この発明の理解を容易にするために、第1図を参照しながら、この発明における欠陥種類判別の基本的な原理について説明する。

同図(A)には、光ディスクなどのガラス基板の被検査面上に異物D_Aが付着している場合の散乱光の様子が示されており、同図(B)には、被検査面上に傷D_Bが存在する場合の散乱光の様子が示されている。何れも、検査用の光は、矢印F_Aで示すように、斜め上方から照射されている。

まず、同図(A)の場合について説明する。ガラス基板10の被検査面12上に付着した異物D_Aに、矢印F_Aの如く光が照射されると、この光の進行方向に前方散乱光L_Fが生ずる。

更に、異物D_Aによる散乱光の一部は、ガラス基板10の内部を導波路の如く内部で反射しながら伝播し、ガラス基板10の端面14から外部に向って発散する光(以下「端面光」という)

しE。となる。

同様にして、同図(B)に示す場合にも、傷D。による光の散乱によって、前方散乱光しF。、端面光しE。が各々生ずる。

かかる場合において、この発明に関して行った実験によれば、前方散乱光と端面光との割合が、異物D。の場合と傷D。の場合で異なることが確かめられている。

すなわち、同図(A)の異物D。の場合よりも同図(B)の傷D。の場合の方が、前方散乱光量に対して端面光量が多い。別言すれば、前方散乱光量しFと端面光量しEとの比しF/しEを考えると、傷D。の場合の方が異物D。の場合より小さな値となる。

これは、透明な基板上に付着した異物および傷に共通してみられる傾向である。

従って光ディスクなどの透明なディスク基板上を光ビームによって走査して、このとき欠陥の存在によって生じる散乱光のうちの前方散乱光と端面光を各々測定し、これらの光量比を求めること

発明の第1実施例について説明する。

まず第2図を参照しながら、第1実施例の構成のうちの機械的ないし光学的部分について説明する。

第2図において、ディスク基板20は支持部22によってその中心が支持されており、この支持部22はモータ24の回転軸に接合されている。すなわち、モータ24の回転運動によって、ディスク基板20が矢印FBの一定方向に回転するようになっている。

このときの支持部22の回転量は、例えば不図示のロータリーエンコーダ等によって測定されるように構成されている。

次に、光ビーム、例えばレーザービーム26は、適宜の発振手段(図示せず)から出力され、ビームエキスパンダ(図示せず)、集光レンズ28、30によって任意のビーム径に変換された後、ディスク基板20上に斜入射するようになっている。

ここで、集光レンズ28、30は、後述する受

によって、その欠陥が異物か傷かを判定することが可能となる。

なお、光の入射側に散乱するいわゆる後方散乱光しR。、しR。は、前方散乱光しF。、しF。と同様に、異物D。及び傷D。に作用して各々発生する。

従って、装置構成上前方散乱光しFを受光することが困難な場合には、後方散乱光しRを受光するようにしても同様の効果を得ることができる。

この方法は、例えば、ガラス基板10の光入射側、すなわち被検査面12は光透過性であるが、光の射出側がクロム膜等の光遮光性膜で被覆されているような場合に特に有効である。

更に、第1図の例では、左上から光を対象物に入射させたが、左下から光の照明を行って、ガラス基板10の光射出側にある欠陥を検出するようにしても、以上の作用効果を得ることができる。

第1実施例

次に、第2図及び第3図を参照しながら、この

光レンズ34の有効径が大きくなるように、テレセントリックな光学系に構成する方が好ましい。また、ディスク基板20に対するレーザービーム26の入射角としては、 $0^{\circ} \sim 80^{\circ}$ の間が好ましい。

次に、以上のようなレーザービーム26は、その光軸中に配置された走査鏡、例えばレゾナントスキャナーミラー32により、ディスク基板20上を直径方向の所定範囲(以下「走査範囲」という)S内で走査するようになっている。

他方、上述したディスク基板20の回転は、レーザービーム26の直径方向の走査速度、すなわちレゾナントスキャナーミラー32の振動速度よりも遅い速度で行われるようになっている。

これらのレーザービーム走査とディスク回転とによって、該ディスク基板20の全面が光走査されるようになっている。

そして、このときのレーザービーム26の照射位置は、直径方向についてはレゾナントスキャナーミラー32の振れ角検出器(図示せず)により、

また回転方向についてはロータリーエンコーダー(図示せず)によって各々知ることが可能である。

次に、集光レンズ28、30の光軸上であってディスク基板20の反対側には、該ディスク基板20上の欠陥によって生じる前方散乱光LFを受光するための受光レンズ34が配置されている。

この受光レンズ34の稜面上には、穴あきミラー36が配置されており、受光レンズ34を通過してきたレーザビーム26は、図中に実線で示すように穴あきミラー36の穴36Hを0次光として透過し、更に前方へと進行するようになっている。

これに対し、ディスク基板20上の欠陥によって生じた前方散乱光LFは、図中に破線で示すように受光レンズ34による受光後収束され、穴あきミラー36によってそのほとんどが反射されるようになっている。

この前方散乱光LFは、ディスク基板20と共

る散乱光のうちの前方散乱光LFと端面光LEの検出を同時に行うことができる。

次に、第3図を参照しながら、第2図に示した光電検出器42、48の出力に基づいて欠陥の種類を判定を行う信号処理回路について説明する。

第3図において、光電検出器42、48の出力側は、増幅器50、52の入力側に接続されている。そして、これらの増幅器50、52の出力側は、増幅度変換器54、56の入力側に各々接続されている。これらの増幅度変換器54、56には、制御部58が各々接続されており、この制御部58からの制御信号によって各増幅度変換器54、56の増幅度が制御されるようになっている。

上述した光電検出器42、48の各出力光電信号は、同じ形状ないし大きさの欠陥であっても、その欠陥のディスク基板20上における位置によって信号の大きさが異なる。

すなわち、光電検出器42に関しては、レーザ

役な位置に置かれたスリット38を通過後、収束レンズ40によって光電検出器42に収束入射し、これによって前方散乱光LFの光量に対応する光電信号が得られるようになっている。

ここで、スリット38は、穴あきミラー36の穴36Hのエッジ部等によって発生する逆光をカットするためのもので、走査範囲Sに対応したスリット長となるように構成されている。

他方、ディスク基板20の端面であって、レーザビーム26の進行方向に対して側方側、すなわち上述した走査範囲Sのほぼ延長上には、端面光LEを検出するためのスリット44、受光レンズ46および光電検出器48が各々配置されている。

これらのうち、スリット44は、ディスク基板20の上下面に向って発散する散乱光をカットして、端面光のみを通過させるために配置されたものである。

以上のような構成により、ディスク基板20の被検査面の全面が光検査され、欠陥によって生じ

るビーム26のディスク基板20上におけるビーム径、及び受光レンズ34の収差等により、走査範囲S上での欠陥検出感度が異なる。

また光電検出器48に関しては、上記理由のほかに、ディスク基板20の端面から遠いほど、すなわちディスク基板20の内側ほど端面光LEの光量が減少するので、検出感度が低くなる。

増幅度変換器54、56は、以上のようなレーザビーム26の走査位置の違いによる検出感度の変化を補正するために設けられたものである。そして、これらの増幅度変換器54、56は、制御部58からの制御信号により、レゾナントスキヤナミラー32によってレーザビーム26が走査範囲S上を走査しはじめ時に動作を開始し、走査中は走査位置に対応するように増幅度変換を行い、走査終了と同時に動作を終えるようになっている。

そして、ディスク基板20の直径方向にレーザビーム26の走査が行われる毎に、以上の一連の動作が繰り返し行なわれるようになっている。

これにより、欠陥から生じる前方散乱光 L_F 、端面光 L_E の光量に各々比例した光電信号 S_A 、 S_B が、欠陥位置にかかわらず各々得られることとなる。

次に、増幅度変換器54、56の出力側は、各々除算部60の入力側に各々接続されており、増幅度変換器54、56から出力された光電信号 S_A 、 S_B が除算部60に入力されるようになっている。この除算部60によって、前方散乱光 L_F と端面光 L_E の光量比 S_A/S_B が得られるようになっている。

そして、かかる光量比 S_A/S_B は、判定部62に入力されるように接続されている。この判定部62では、光量比 S_A/S_B が所定のしきい値より小さいか大きいかの判定が行われる。

上述したように、異物 D_A と傷 D_B では、前方散乱光 L_F と端面光 L_E の光量比 S_A/S_B が異なり、一般に傷 D_B の場合の方が異物 D_A の場合より小さな値となる。

判定部62では、所定のしきい値(基準電圧)

用について説明する。

まず、レーザビーム26は、レゾナントスキャナーミラー32の振動作用、及びモータ24によるディスク基板20の回転作用によって、該ディスク基板20上を走査する。

そして、走査範囲 S 内に欠陥 D が存在すると、第1図に示したように、前方散乱光 L_F 、端面光 L_E が各々生じ、これらが光電検出器42、48で各々検出される。そして、前方散乱光 L_F 、端面光 L_E の光量に対応する光電信号が、光電検出器42、48から各々出力されることとなる。

他方、このときのビーム走査位置は、上述したように、レゾナントスキャナーミラー32の振れ角検出器、モータ24のロータリーエンコーダーによって各々検出されている。

次に、光電検出器42、48から出力された各光電信号は、各々増幅器50、52で増幅された後、増幅度変換器54、56の各々入力される。

に対する光量比 S_A/S_B の大小の判定が行われ、大きければ異物 D_A 、小さければ傷 D_B 。という判定結果が得られる。この結果は、例えば2値化されたデジタル信号 S_2 として、外部に出力されるようになっている。

他方、上述した増幅度変換器54の出力側は、比較部64の入力側に接続されており、これによって前方散乱光 L_F に比例した光電信号 S_A が比較部64に入力されるようになっている。

一般に大きい欠陥ほど前方散乱光 L_F の光量も大きい。従って、前方散乱光 L_F の光量から逆に欠陥のおおよその大きさを知ることが可能となる。

そこで、比較部64では、あらかじめ統計的に求められて格納されている欠陥の大きさと光電信号 S_A との関係のデータ、例えばテーブルを用いて欠陥のおおよその大きさが求められ、その大きさに対応するアナログ信号 S_1 が出力されるようになっている。

次に、以上のように構成された第1実施例の作

ところで、増幅度変換器54、56の増幅度は、制御部58の指令により、ビーム走査位置に対応して制御されている。このため、かかる制御された増幅度に応じて信号増幅が増幅度変換器54、56によって各々行われ、光電信号 S_A 、 S_B として各々出力される。

これらの光電信号 S_A 、 S_B のうち光電信号 S_A は、比較部64に入力され、ここで信号の大きさから欠陥 D の大きさが求められて、検出信号 S_1 が出力される。

他方、光電信号 S_A 、 S_B は、除算部60に入力され、 S_A/S_B の演算が行われる。この演算結果は、判定部62に入力され、ここで欠陥 D が異物か傷かの判定が行われて、欠陥の種類を示す検出信号 S_2 が出力されることとなる。

これらの検出信号 S_1 、 S_2 によって、欠陥(0)の概略の大きさと種類とが、上述したディスク基板20上における位置とともに求められることとなる。

第2実施例

次に、第4図及び第5図を参照しながら、この発明の第2実施例について説明する。なお、上述した第1実施例と同様ないし相当する部分には、同一の符号を用いることとする。

第4図には、第2実施例の機械的ないし光学的構成部分が表示されている。この構成中、ディスク基板20の駆動系、レーザビーム26の送光入射系、前方散乱光LEの受光検出系は、第1実施例と同様である。しかし、端面光LEの受光検出系は第1実施例と異なる。

上述した第1実施例では、走査範囲Sのほぼ延長方向に配置した受光レンズ46及び光電検出器48により、端面光LEを受光していた。

しかし、ディスク基板20上の欠陥からは、ほぼ等方的に光が散乱する。このため、第1実施例では、受光できる端面光量が受光レンズ46の開口径によって制限されてしまう。

これらに対し第2実施例では、2つの環状凹面鏡70、72を設けることによって、第1実施例よりも多くの端面光LEを光電検出器48に集光

出、種類の判別を行うことができる。

他の実施例

なお、この発明は何ら上記実施例に限定されるものではなく、例えば上記実施例では、光ディスクなどのディスク基板の欠陥検査の場合を示したが、かならずしも板状のものである必要はなく、立体的な広がりをもつものでもよい。

すなわち、いずれかの面から光ビームを入射させるとともに、該ビームの入射面および透過面以外の面から射出する端面光LEを受光検出するようにすればよい。

【発明の効果】

以上のように、この発明によれば、欠陥によって生じる散乱光を直接受光可能な散乱光と端面光とに分けて各々受光することとしたので、欠陥の有無のみならず、各光量の比から欠陥の種類、すなわち傷か異物かの判定を、高精度で自動的に行うことができるという効果がある。

また、前方ないし後方散乱光の光量から、欠陥のおおよその大きさも同時に知ることができる

することができるようになっている。

第5図には、ディスク基板20に対して真横から見たときの断面であって、端面光受光検出系のみが表示されている。この図に示すように、ディスク基板20上の欠陥から生じた端面光LEは、2つの環状凹面鏡70、72の作用により、光路74に沿って光電検出器48に集光されるようになっている。

また、ディスク基板20の端面付近には、端面光LE以外の散乱光をカットするため、環状凹面鏡70に対向するようにスリット76が配置されている。

なお、光電検出器42、48によって検出された欠陥からの散乱光信号の処理回路は、第1実施例と同様の第3図のものが使用され、同様の信号処理が行われる。

以上のように構成された第2実施例の作用は、上述した第1実施例とほぼ同様であるが、欠陥からの端面光LEを、環状凹面鏡70、72によって集光して検出しているため、感度よく欠陥の検

出、種類の判別を行うことができる。

4. 図面の簡単な説明

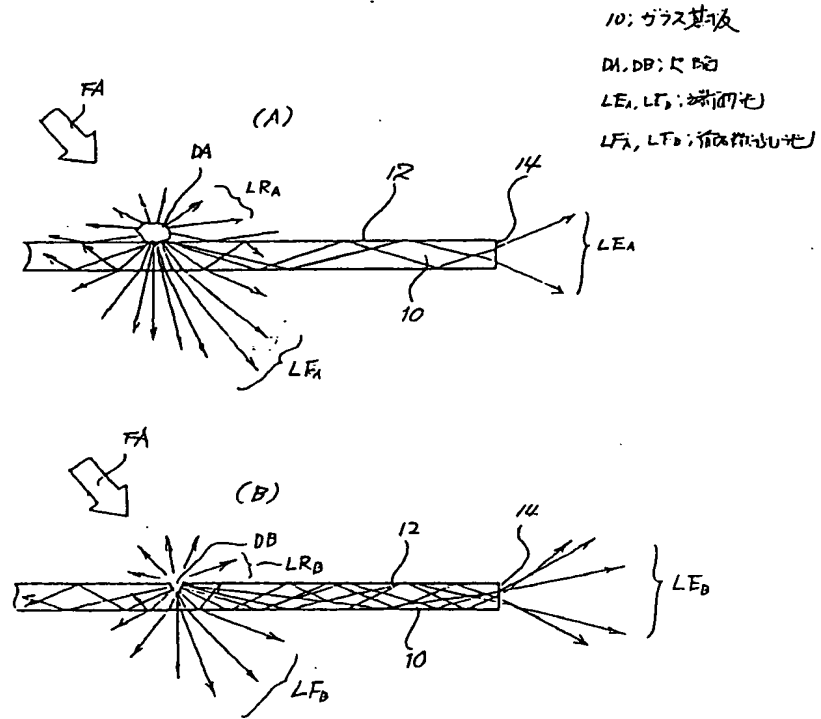
第1図はこの発明の基本的な原理を示す説明図、第2図はこの発明の第1実施例の光学的構成部分を示す斜視図、第3図は第1実施例の電気的構成部分を示す回路ブロック図、第4図はこの発明の第2実施例の光学的構成部分を示す斜視図、第5図は第2実施例のうちの端面光受光部分を取り出して示す断面図である。

【主要部分の符号の説明】

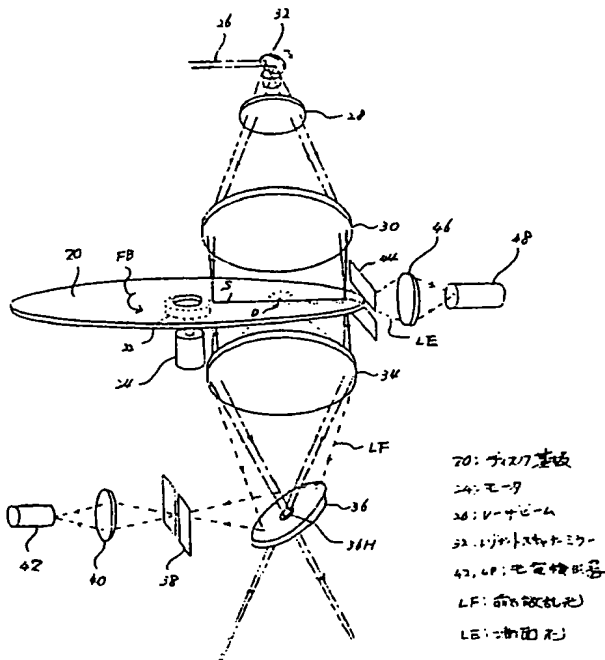
20…ディスク基板、26…レーザビーム、28、30…集光レンズ、32…レゾナントスキヤナーミラー、34、46…受光レンズ、36…穴あきミラー、38、44、76…スリット、42、48…光電検出器、70、72…環状凹面鏡。

代理人 弁理士 佐藤 正年

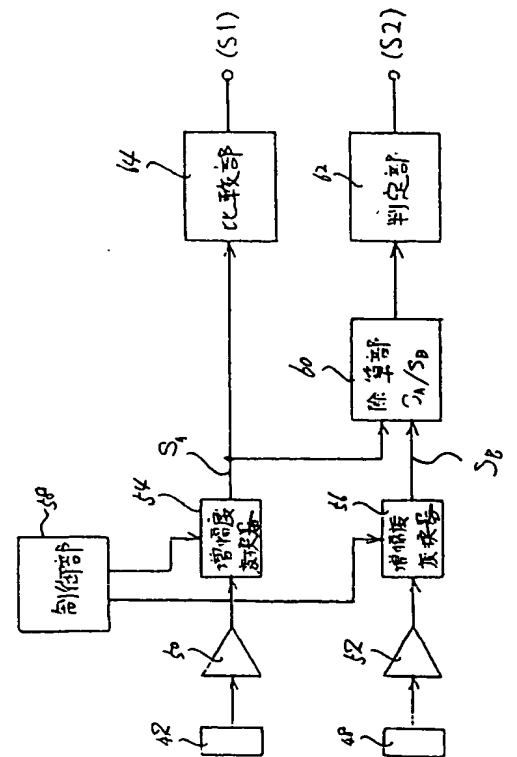
第1図



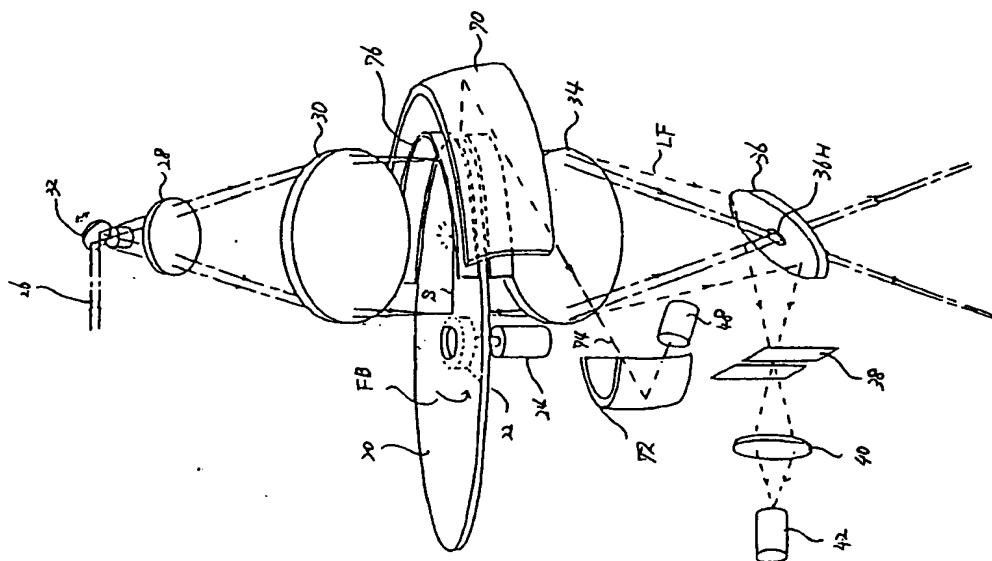
第2図



第3図



第 4 図



第 5 図

